



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap

Bladvass – Den optimala vattenrenaren för Källbydammarna?

Reeds – The optimal water purifier for Källby ponds?

Linda Möller



Bladvass – Den optimala vattenrenaren för Källbydammarna?

Reeds – The optimal water purifier for Källby ponds?

Linda Möller

Handledare: Jesper Persson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Biträdande handledare: Stefan Billqvist, VA SYD

Examinator: Mats Gyllin, SLU, Institutionen för arbetsvetenskap, ekonomi och miljöpsykologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Examensarbete i landskapsarkitektur inom landskapsingenjörsprogrammet

Kurskod: EX0793

Program/utbildning: Landskapsingenjörsprogrammet

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2016

Omslagsbild: Linda Möller

Bilder utan källhänvisning: Fotat o tecknat av Linda Möller

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Bladvass, kavedun, fosforrening, kväverening, sedimentering

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Sammanfattning

Källbydammarnas funktion är att rena vattnet från bland annat kväve och fosfor. Sedan några år tillbaka har reningen inte varit så effektiv som önskat och gränsvärden för totalfosfor har överskridits. Det är därför aktuellt att hitta en lösning på problemet, vilket är tänkt att göras med hjälp av vattenväxter och eventuella undervattensbankar.

Vattenväxter spelar en stor roll i vattenreningen genom näringsupptagning men också genom påverkan på vattenflödet. Bladvass är bland de vanligaste vattenväxterna i reningssyfte och är en av färre övervattensväxter som klarar att växa på det djupa dammarna har (1,5m). Den effektivaste reningen uppnås dock genom att blanda olika typer av växter såsom övervattensväxter och undervattensväxter.

Undervattensbankar hjälper till att sprida vattnet och effektivisera reningen men de ger också möjlighet att plantera in arter som bara tål ett grundare djup. Att använda arter som inte sprider sig ut från bankarna ger lågt skötselbehov. De optimala förhållandena i en damm med undervattensbankar skulle därför se ut på ett sätt där bankarna planteras med varierade arter av kraftigväxande övervattensväxter som trivs på grunt vatten. Växter som passar in på den beskrivningen är bland annat jättegröe, säv, rörflen och svärdsilja. Utrymmet mellan bankarna skulle etableras med en kraftigväxande undervattensväxt som hornsärv.

För en damm utan undervattensbankar finns det färre växtalternativ på grund av djupet. Bland de få möjligheter som finns kan man med tydlighet konstatera att det bästa alternativet är att plantera bladvass och kaveldun i sjök på hela ytan.

Innehållsförteckning

1. INLEDNING.....	5
Bakgrund	5
Syfte	5
Metod och material.....	5
Källkritik	5
Avgränsning	6
2. VEGETATION I KONSTRUERADE VÅTMARKER	7
Kort om vattenrening	7
Vattenväxters påverkan på rening	8
Huvudgrupper av vattenvegetation	9
Bladvass	10
Kaveldun	11
Jättegröe	12
Rörflen.....	12
Säv	13
Andra typer av växter	13
3. KÄLLBYDAMMARNAS	15
Bakgrund	15
Tidigare skötselåtgärder	16
Nuläge	16
Skötsel idag	16
4. FÖRSLAG PÅ ÅTGÄRDER FÖR ÖKAD VATTENRENING	17
Förslag med undervattensbankar.....	17
Utan undervattensbankar	18
5. DISKUSSION.....	22
6. SLUTSATS.....	23
KÄLLFÖRTECKNING	24
Litteratur.....	24
Webbsidor	26
Muntliga Källor	27

1. INLEDNING

Bakgrund

Källbydammarna i Lund är ett populärt rekreationsområde vars huvudsyfte är att fungera som den avslutande delen i reningsprocessen på avloppsreningsverket på Källby. Systemet består av sex stycken seriekopplade dammar som har en yta på sammanlagt 110 000kvm och ett djup på 1-1,5 m. När vattnet passerat dammarna leds det ut i Höje å och vidare ut i Lommabukten. I dammsystemet renas vattnet från kväve och fosfor genom nitrifikation/denitrifikation och sedimentation av partiklar och biomassa. Dammarna har tidigare haft problem med algbloomning och överskott av fisken karp. Problemet med karp är att de bökade upp sediment på botten och gör att den fosfor som sorterats ned till botten återigen kommer upp i vattnet. Förutom ökat näringsläckage medför fiskens bökande svårigheter för växtligheten att etablera sig. Under 2013 lät därför VA SYD tillsammans med Lunds kommun genomföra reduktionsfiske så att mängden fisk i dagsläget är på en balanserad nivå. I dammarna kvarstår dock problemet med förhöjda halter av fosfor i vattnet, som i sin tur leder till övergödning i och ökad algbloomning i Höje å. VA SYD vill därför ta reda på om bladvass kan vara en lämplig växt som lösning på problemet.

Syfte

Syftet med arbetet är att ta reda på om bladvass är den optimala vattenväxt att använda i Källbydammarna för reduktion av fosfor och kväve genom att redogöra för möjliga växtalternativ. Studien syftar också till att ge förslag på placering och skötsel av växterna. Arbetet är tänkt att vara till hjälp vid planering av utformningen av vegetationen i Källbydammarna genom att diskutera lämpliga lösningar.

Metod och material

Arbetet grundar sig på främst litteraturstudier men också studiebesök på platsen, samtal och mejlkorrespondens med experter. För att hitta litteratur till arbetet har sökning skett via olika bibliotekskataloger på internet, såsom SLU-biblioteket och Libris. Granskning av flera olika publikationer inom samma ämne har lett till att lämplig litteratur har hittats ur deras källhänvisningar. Digitala arbeten har sökts efter via sökmotorn Google Scholar genom att använda sökord som "wetland, reeds, phragmites" mfl. Större delen av litteraturen är hämtad från Alnarps bibliotek.

Källkritik

Som nämnt ovan kommer större delen av litteraturen från Alnarp bibliotek. Mycket av den litteraturen är rapporter från många år tillbaka och som inte alltid är uppdaterade med den senaste forskningen. Det har funnits med i åtanke och den fakta som tagits med i arbetet har mestadels varit sådant som inte förändras med tiden. I ett flertal böcker står det om försök som är gjorda med olika växter och växtsammansättningar. Ofta är dessa försök gjorda i exempelvis Nordamerika, där våtmarker är vanligt förekommande. I somliga böcker framgår det heller inte var

någonstans försöken är gjorda. Därför vet man inte med säkerhet att försöken skulle få samma resultat i Sveriges klimat.

Alla källor är inte helt objektiva. En källa som använts i arbetet är en internetbaserad zoobutik. Hänsyn har då tagits till dess försäljningssyfte. Även muntliga källor är mer eller mindre säkra. Människor talar utefter sin egen erfarenhet och begränsade världsbild. De olika källorna tar inte heller hänsyn till alla aspekter, det bästa alternativet i en källa kan vara mindre bra i ett annat sammanhang.

Avgränsning

Arbetet avhandlar växtlighet med fokus på deras bidrag till dammarna och går inte in närmre på varken reningsprocessen eller konstruktionen av dammarna. Förslagen baseras på de förhållanden och förutsättningar som finns vid Källbydammarna. I arbetet är det damm 3 ligger till grund för förslagen.

Kostnadsaspekter hade varit intressant för arbetet men kommer inte att beräknas på grund av att det finns för få angivna uppgifter om utformningen av undervattensbankarna för att kunna ge en rättvis kostnadsberäkning.

2. VEGETATION I KONSTRUERADE VÅTMARKER

Kort om vattenrening

Kväverening behövs för att kvävet orsakar algbloomning i haven. Algbloomning i sin tur orsakar syrebrist på havsbotten, vilket gör att allt liv i bottenzonen försvinner (Eriksson, 2010). Det finns tre sätt på vilka vatten renas från kväve:

- 1) Växten tar upp kväve i tillväxtsyfte
- 2) Kvävet sedimenteras, växterna hjälper till att sakta ner vattenflödet så att kvävet hinner sjunka till botten och sedimenteras
- 3) Kvävet avgår som kvävgas och lustgas genom denitrifikation

För att denitrifikationen ska kunna ske behövs kol från växter och sediment, denitrifierande bakterier och anaerob (syrefri) miljö (Eriksson 2012).

Denitrifikation har visats fungera bäst i mörka förhållanden (Jansson et.al 1991) och i temperatur över 20 grader Celsius. Även nedbrytningen av växter är effektivare i varmare miljöer. När växter bryts ned ökar mängden organiskt kol som behövs vid denitrifikationsprocessen (Harrström 2005). Kväve förekommer också i form av ammoniak. Med hjälp av nitrifierande bakterier i aeroba (syresatta) förhållanden kan ammoniaken omvandlas till nitrit som sedan blir nitrat. Nitratet kan sedan förflyttas till anaeroba förhållanden där det denitrifieras och blir till kvävgas (Eriksson 2012).

Växter som har delar av sin massa ovanför vattenytan gynnar både denitrifikation och nitrifikation genom att de tar upp syre via bladen som sedan transporteras via stammen ner till rötterna och ut i vattnet. Med hjälp av syret kan nitrifikation ske varpå nitratet som bildas kan denitrifieras och omvandlas till kvävgas (Harrström 2005). Många växter av detta slag, med växtmassa ovan vattenytan, har lång nedbrytningstid. Det innebär att de kan gynna denitrifikationen längre på året än de växter som förmultnar snabbt. Djupt vatten med hög mikrobiell aktivitet kan också gynna denitrifikationen genom att syrehalten då minskar med djupet (Harrström 2005). De växter som har hela sin massa under vattnet transporterar inte ner något syre till rotzonen, vilket resulterar i en anaerob zon där denitrifikation kan ske. Denna typ av växt har också större yta för bildning av biofilm än andra vattenväxter (Herrmann & Thorén 2003). Även stjälgar och blad från övervattensväxter samlar på sig biofilm (Tonderski et al. 2002). Biofilm är en tunn hinna av mikroorganismer som bildas på växtdelar under vatten och spelar stor roll för kvävereningen då den samlar på sig nitrifierande och denitrifierande bakterier (Harrström 2005). Det finns också växtlighet där bladen breder ut sig över en del av vattenytan och gör att solens strålar inte når ner. Det leder till att de fotosyntetiserande växterna förbrukar det syre som finns i vattnet och miljön blir syrefattig och gynnar därför denitrifikationen (Harrström 2005).

Fosfor kan avskiljas från vattnet på tre sätt.

- 1) Fosfor tas upp av växter och bakterier
- 2) Fosfor sedimenteras
- 3) Fosfor bildar komplex

Skillnaden från kvävet är att fosfor inte kan omvandlas till gas och eftersom de bildar komplex blir de lätt otillgängliga för organismer. Det är anledningen till att

det ofta blir brist på tillgängligt fosfor. För att växter och bakterier ska kunna ta upp fosfor måste det vara som fosfat. För att organismer ska kunna ta upp fosfaten måste det frigöras från partiklar först (Tonderski et al. 2002).

Vattenväxters påverkan på rening

Faktorer som bidrar till effektiv rening av sediment och näringsämnen är vegetationsdiversitet, rätt utförd skörd, tätt placerad vegetation och jämn hastighet på vattenflödet som uppnås bland annat av jämnt placerad vegetation (Tonderski et al. 2002).

Vegetationsdiversitet

Eriksson (2012) hänvisar till två olika studier som båda visar att en blandning av övervattensväxter, flytbladsväxter och undervattensväxter i samma våtmark kan medföra den effektivaste kvävereningen. Hon skriver också att detta bland annat beror på att mikroorganismer gynnas genom att det skapas fler uppehåll till dem. Artrikedom är dessutom alltid en fördel när det gäller sjukdomsanfall, exempelvis om en art blir sjuk och dör så kvarstår större delen av beståndet ändå (Nolbrant, 2013). Även Tonderski et al. (2002) skriver att man kan uppnå högre biodiversitet genom varierad växtlighet såsom viss öppen vattenyta och viss vattenyta täckt av växter samt genom varierad storlek och struktur på växterna.

Harrström (2005) är också inne på samma spår och skriver att de optimala förhållandena skulle vara att ha undervattensväxter där det är djupt och övervattensväxter där det är grunt. På så sätt utnyttjas utrymmet maximalt. De flesta övervattensväxter såsom jättegröe, säv och rörflen trivs bäst i grundare vatten och undervattensväxter klarar desto större djup. Undervattensväxter är generellt bättre än flytbladsväxter ur reningssynpunkt då de har större bladyta med biofilm där fosfor ges bra möjlighet att bilda komplex. Dessutom bidrar biofilmen till denitrifikationsprocessen (Hammer 2015). Problemet med flytbladsväxter är dessutom att de skuggar ut undervegetationen. Friflytande flytbladsväxter skulle dock hållas efter till viss mån av änder och andra fåglar samt flyttas ut till dammens kanter med hjälp av vinden så att de inte täcker hela vattenytan.

Skörd

Skörden är en förutsättning för att växterna ska kunna bidra till effektiv näringsreducering. Eriksson (2012) skriver att effektiv skördning bidrar till optimal tillväxt och hög tillväxt innebär högt näringsupptag. Skörden bör endast avse en lämplig andel växter då det behövs lite växter som står kvar och tillför vattnet kol och håller igång kvävecykeln. Kvarstående växter behövs också i syftet att ge föda och skydd åt djur och organismer. Hänsyn bör tas till växter som inte är så tåliga och lättetablerade eftersom de måste hinna reproducera sig innan skörden för att överleva (Eriksson 2012).

Att ha en skötselplan som löper över en 2-3årsperiod är en god idé för att kunna skörda i etapper utan att tära på växternas vitalitet. Som tidigare nämnt bör skörden infalla när växterna innehåller maximal mängd kväve och fosfor för näringsreduktionens skull (Hammer 1991).

Placering

Alltför tät växlighet kan bidra till kanalbildning. Det innebär att vattnet färdas den enklare vägen och det blir högt tryck och mer vattenflöde på just den punkten och reningseffekten minskar (Nolbrant 2013, Persson 2007, Persson 2004).

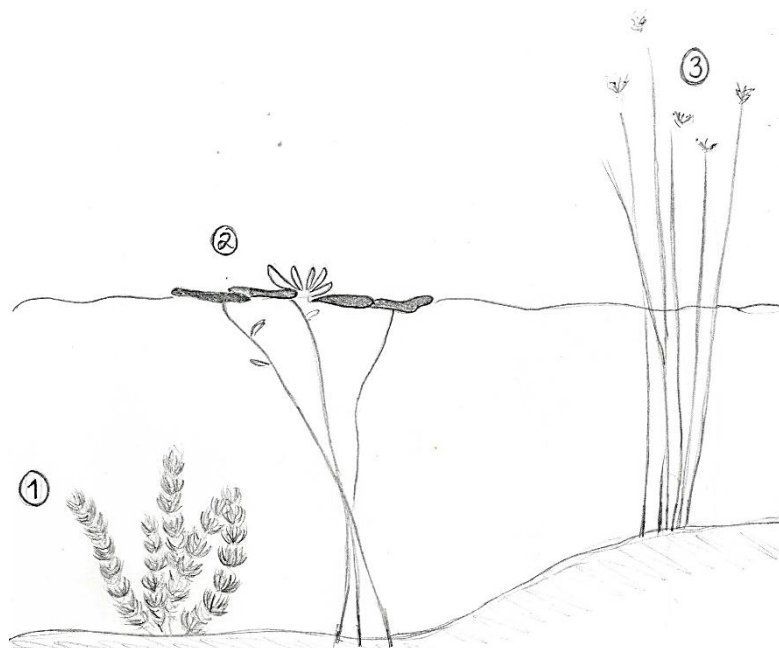
Kanalbildning kan förebyggas genom att skörda vegetationen. Rätt placering av växterna kan hjälpa till att sprida vattnet jämnt över ytan. Då kan vattnet komma i kontakt med fler ytor där det finns bakterier och andra växter som renar (Persson 2007).

Huvudgrupper av vattenvegetation

Det finns tre olika huvudtyper av vattenvegetation: Undervattensväxter, flytbladsväxter och övervattensväxter (Hammer 1991) (Se figur 1). Det finns en mer förgrenad indelning av vattenväxter då många arter kan vara en blandning av två huvudtyper. Exempelvis kan en växt ha både flytblad och växtdelar helt täckta av vatten. De flesta växterna går dock att sortera på de tre huvudsakliga typerna.

Undervattensväxter, också kallat *submersa* växter, växer helt och hållet under vatten. De kan vara både friflytande och ha rötterna etablerade i botten. Nackdelen med undervattensväxter är att de förmultnar snabbt när de dör. Det innebär att en våtmark med bara undervattensväxter skulle få brist på kol under vintermånaderna när produktiviteten är låg (Harrström 2005) och kol behövs till denitrifikationsprocessen. Vissa undervattensväxter bryts ned helt efter en växtsäsong. I de fallen återförs näringen till vattnet igen och nästa vår får de börja om från början och ta upp en stor mängd näring för att växa sig stora. Det blir bara ett tillfälligt uppehålle, en fördröjning av näringsämnena innan de förs vidare ut till det vatten som är slutstationen (Tonderski et al. 2002).

Flytbladsväxter, *nympheider*, har blad som flyter på ytan och rötter under vattnet. Antingen är de friflytande, *lemnider*, eller har rötterna förankrade i botten (Hammer 1991, Svensson & Glimskär 1993). Näckrosor är ett exempel på flytbladsväxt med förankrade rötter och andmat är exempel på en flytbladsväxt med friflytande rötter. Eftersom bladen ligger på ytan hindras solljuset från att nå ner till vattnet. Därför finns det sällan undervattensväxter i kombination med flytbladsväxter, eftersom de skuggas ut (Wallsten & Solander 1988). Bristen på solljus resulterar också i en anaerob vattenmiljö.



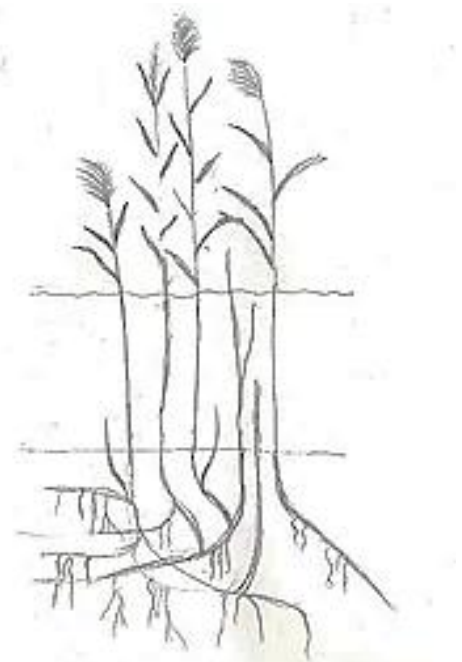
Figur 1 1.Undervattensväxt 2.Flytbladsväxt 3.Övervattensväxt

Övervattensväxter, också kallat *helofyt*, har sina gröna växtdelar ovan vattenytan och rötterna i sedimentet/botten. Ett exempel på denna typ är

vassbildande växter (Hammer 1991). Övervattensväxter är ofta svårnedbrutna vilket gör att de kan bidra med koltillförsel under en längre period än de lättnedbrytbara växterna då det under längre tid står döda växtdelar i vattnet innan det förmultnar. Eftersom de flesta övervattensväxter är förhållandevis stora, tar upp mycket näring per planta och dessutom är enkla att skörda, är de mycket vanligt förekommande med syftet att rena (Eriksson 2012). Under vintern lagrar övervattensväxter stor del av näringen i rötterna till nästa växtsäsong. Det innebär att de bara behöver ta upp lite näring på våren för att komplettera den redan sparade näringen. Av det kan slutsatsen dras att så länge beståndet expanderar och breder ut sig är näringsupptagningen effektiv, men när beståndet är "färdigväxt" och mer plats inte finns minskar näringsupptaget (Tonderski et al 2002). Övervattensväxter är också den typ av växt som kan ge skydd och boning åt fåglar, djur och organismer. Täta bestånd av högvuxna gräs kan exempelvis ge trygghet i form av vindskydd och gömställe åt bland annat simfåglar.

Bladvass

Bladvass, *Phragmites australis*, tillhör familjen Poaceae och är en, i Sverige, vanligt förekommande helofyt (Nationalencyklopedin u.å.). Bladvassen är ett kraftigt, väl förgrenat gräs som vid fördelaktiga förhållanden kan bli upp till fem meter högt, vilket gör det till Sveriges största gräs (Krok et al. 2013) (Se figur 2). Längst upp på gräset tunnas stjälken ut och övergår i en brunviolett, lätt silverglänsande vippa. De gröna, långsmala bladen uppnår en maxstorlek på 50x3cm. Bladvass hittas i både sött och bräckt vatten, ofta på ett djup av två meter (Nationalencyklopedin u.å.). I näringsrika vatten bildar bladvassen täta, rikt förgrenade bestånd med små avstånd mellan stammarna. Den är också vanlig i näringsfattiga vatten men där växer den glesare och bestånden är färre (Wallsten & Solander 1988). Näringsrika vatten med mycket växter innebär ofta en låg artvariation men bestånd av bladvass har låg artvariation även i näringsfattiga vatten (Svensson & Glimskär 1993).



Figur 2 *Phragmites australis*

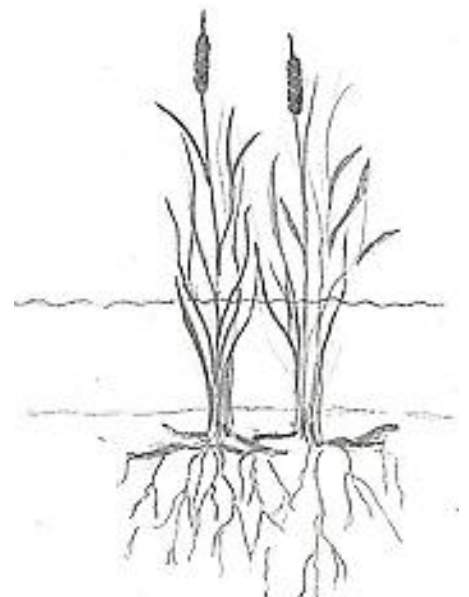
Vassen är relativt tålig för förändringar i vattnet och vattennivån men är känslig för ihållande höjning av vattennivån (Wallsten & Solander 1988). Den klarar att stå ovan vattenytan kortare perioder, det syns eftersom de står i strandlinjen vid normalvatten (Wallsten & Solander 1988). Bladvass är bland de mest konkurrenskraftiga vattenväxterna eftersom den förökar sig mycket och snabbt (Hammer 1991). Den förökar sig vegetativt med hjälp av stoloner, utlöpare och jordstammar, men bildar också små lätta frön som kan spridas över stora områden med hjälp av vinden. Dessa frön måste först torka, varför de inte gror så lätt. Tidsperioden från att bladvassens blad börjar vissna sträcker sig över ett antal månader och den största delen av bladen vissnar under sensommar och tidig höst. Detta innebär att det under en lång tid sitter kvar död biomassa (Wallsten & Solander 1988).

Bladvassen har ett kraftigt rotsystem med vilket det tar upp åtkomliga näringsämnen från botten. I mer näringsrika vatten tas istället större delen av näringen upp av bladen direkt från vattnet. Om inte vassen skördas kommer näringsämnena att åter transporteras till sedimentet vid tidpunkten då bladvassen vissnar ner (Leonardson 1994). Mängden kväve och fosfor som bladvassen tagit upp är större i yngre delar av bladvassen och blir mindre ju äldre vävnaden är, det visar studier som gjorts på naturligt förekommande bestånd av bladvass (Hammer 1991). Studierna visar också att större mängd fosfor och kväve kan tas bort om man skördar vassen två gånger per växtsäsong istället för en. Tidpunkt för skörd bör väljas noggrant för att uppnå maximal utrensning av näringsämnena. Första skörden bör ske när skotten innehåller som mest kväve och fosfor. I försök som gjordes, skriver Hammer, innehöll vassen mest Fosfor i slutet av juni och mest kväve i slutet av juli. Den andra skörden bör ske när tillväxten avstannar på senhösten. Om tillvägagångssättet är sådant, kan det reduceras 0.4g näringsämnen/kvm mer än det skulle gjort vid skördning en gång per växtsäsong (ibid.)

De växtdelar som skördas bort innehåller kväve och fosfor. När dessa genomgår rötning utvinns metan som sedan kan användas som bränsle till bilar, och bidra till att reducera användningen av fossila bränslen (Hernvall 2015). Det som händer vid rötningen är att växtmaterialet bryts ner under syrefattiga förhållanden och näringen görs tillgänglig för växer att ta upp (ibid.). Samtidigt som näringsämnena bibehålls i restmaterialet, antar det en form som är lämpligt att sprida ut på åkrar som gödning (Tonderski et al. 2002). Ett annat alternativ till återanvändning är att sönderdela resterna från skörden och använda som grüngödsel på åkrarna. Denna metod bidrar till en bättre struktur i jorden och förhöjd multhalt (Hernvall 2015). Näringsämnena är dock inte lika lättillgängliga i grüngödslet som i restprodukten efter biogasproduktion. Bladvass kan också användas som energiprodukt genom eldning. Kvar blir aska som innehåller stor del av näringsämnena som fanns från början. Även detta kan användas som gödning (Tonderski et al. 2002).

Kaveldun

Smalbladigt/Bredbladigt Kaveldun, *Typha angustifolia/latifolia*, är övervattensväxter som tillhör familjen Typhaceae, kaveldunsväxter och blir omkring 1-2m högt (Krok et al. 2013) (Se figur 3). Bredbladigt kaveldun har grågröna blad som blir upp till 2x300cm. Högt upp på stjälken sitter ett kolvliknande mörkbrunt ax av hanblommor och ett tunnare ax av honblommor ovanför. Det som skiljer bredbladigt och smalbladigt kaveldun åt är att smalbladigt kaveldun är generellt tunnare och har smalare blad. Det kolvliknande axet är istället rödbrunt och har ett tydligare mellanrum till det lilla axet ovanför (Krok et al. 2013). Kaveldun trivs bäst på ett djup av 0,3 m (Hammer 1991). Den förökar sig både vegetativt, genom utlöpare och frön (Kadlec 2009). Kaveldun har precis som bladvass lätta frön och sprids över stora områden (Wallsten & Solander 1988).



Figur 3 Kaveldun

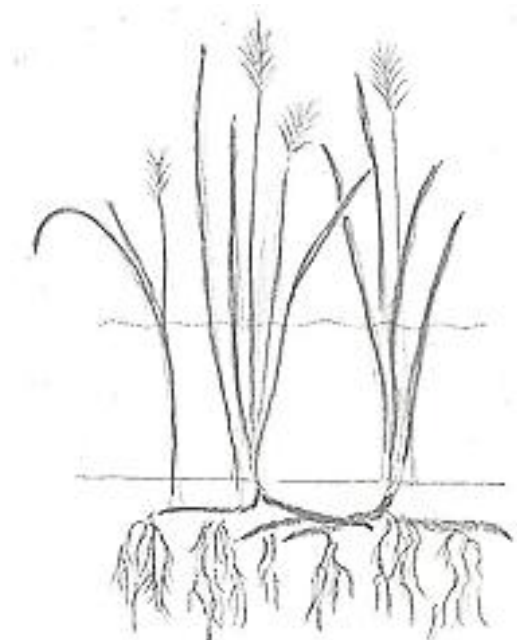
Med hjälp av utlöparna kan beståndet öka med flertalet meter under bara en växtsäsong (Kadlec 2009). I varmare klimat kan de gröna växtdelarna ovan vattnet leva flera år, men i Sverige påverkas de efter ljusförhållanden och temperatur. Det innebär att de dör vintertid och bildar nya skott till våren.

Kaveldun har en hög ljusmättnadsnivå och en mycket snabb transpirationshastighet som ökar med höjd temperatur och ökat solljus. Kaveldun gynnar kvävefixerande bakterier vid sitt rotområde och vid stor tillgång på kväve kan bakterierna också ta upp mycket fosfor. Kaveldun använder mycket mangan som mikronäringsämne vilket gör att upptagningen av mangan från vattnet också blir hög (Hammer 1991). Kaveldun är också tolerant mot höga salthalter.

Vid ett försök som gjordes med *Typha*, *Sphagnum* och *Pohlia*, var *Typha* den mest toleranta växten och övertog stor del av ytan (Hammer 1991). Den har lätt att etablera sig och är mycket konkurrenskraftig. Ju mer näringsrikt vattnet är, desto större blir kaveldunen. Det innebär att i en anlagd våtmark för spillvatten kan kaveldunen bli tre till fem gånger större än om den stått i en naturlig våtmark (Ibid). Den höga tillväxthastigheten gör också Kaveldun lämplig till biogasproduktion och i Tyskland pågår också forskning om huruvida man kan använda kaveldun som material i isolering (Tonderski et al. 2002).

Jättegröe

Jättegröe, *Glyceria maxima*, tillhör familjen Poaceae och är ett gräs som blir upp till 2,5 m högt (Se figur 4). Jättegröet är ljusgrön i färgen och dess styva blad är 7-15mm breda. De 30-60cm långa stråna toppas med en brunfärgad vippa. Jättegröe, precis som kaveldun, gynnar kvävefixerande bakterier i rotområdet och om de har obegränsad tillgång till kväve kan de också ta upp större mängd fosfor (Hammer 1991). Dess frön har mycket lätt för att börja växa (Wallsten & Solander 1988) och precis som bladvass och kaveldun, har jättegröe hög tillväxthastighet och lämpar sig till biogasproduktion och andra återvinningssätt (Tonderski et al. 2002). Jättegröe är vanligt förekommande upp till dalarna men hittas främst i södra Sverige (Krok et al. 2013), då oftast i grundare vatten då den är känslig för ihållande höjning av vattennivåer (Pehrsson 1992).



Figur 4 Jättegröe

Rörflen

Rörflen, *Phalaris arundinacea*, tillhör familjen Poaceae och är ett högväxt gräs som främst växer vid stränder och diken. Gräset är grönblått i färgen och har en ensidig vippa med småax i gytringar (Krok et al. 2013) (Se figur 5). Rörflen är inte lika högproduktiv i tillväxten som bladvass,

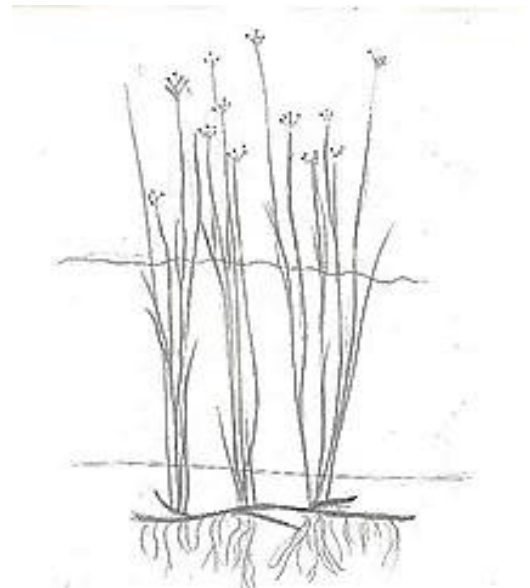


Figur 5 Rörflen

kaveldun och jättegröe, men är ändå lämplig till biogasproduktion (Tonderski et al. 2002). Rörflen blir mellan 70-200cm hög och finns i hela Sverige (Vegtech u.å.).

Säv

Sjösäv/Kolvass, *Scirpus lacustris*, tillhör familjen Cyperaceae, halvgräs, och har trinda mörkgröna strån och bruna ax i flockliknande samling. Säven blir mellan 1-3 m hög och har sällan några utvecklade blad (se figur 6), den hittas vanligen i sötvatten och finns i hela Sverige utom fjälltrakterna (Krok et al. 2013). Den är tålig för höjning av vattennivån (Pehrsson 1979). Säv bidrar med bra näring till fåglar under sommar och höst, det är då fröståndarna som är källan. Även änderna kan ta tillvara på dessa fröer när de tappas ned i vattnet och flyter eller om fröna sjunker till sedimentet där det är grunt.



Figur 6 Säv

Andra typer av växter

Hornsärv - *Ceratophyllum demersum*

Hornsärv tillhör familjen Ceratophyllaceae, särvväxter och är en rotlös undervattensväxt. Det innebär att den kan planteras i botten men även vara friflytande. Den har en lång mörkgrön stjälk med kransställda smala blad och växer vanligen i sjöar och i bräckt vatten (Krok et al. 2013). Hornsärv förökar sig via sidoskott. Den kan vara kraftig i tillväxten och bilda täta bestånd. Den förser också vattnet med ämnen som reducerar tillväxt av alger. Om den inte är etablerad i botten så fungerar den likt en flytbladsväxt som skuggar ut nedanvarande växter (Fohrman & Alfredsson u.å.).

Grovnate - *Potamogeton lucens*

Grovnate tillhör familjen Potamogetonaceae, nateväxter och är en undervattensväxt med jordstam. Den har breda lansettlika blad med korta skaft. Den trivs i djupare sjöar och åar (Krok et al. 2013).

Krusnate - *Potamogeton crispus*

Krusnate tillhör familjen Potamogetonaceae, nateväxter. Det är en undervattensväxt med jämnt breda blad som sitter tätt. Bladen har krusad kant, därav namnet. Krusnate växer helst i sjöar, åar och dammar (Krok et al. 2013).

Svärdslilja - *Iris pseudocarus*

Svärdslilja tillhör familjen Iridaceae, irisväxter och är en gulblommig övervattensväxt med jordstam. Bladen är svärdlika, som namnet antyder och de blir ca. 15-30 mm breda (Krok et al. 2013). Svärdsliljan är kraftigväxande och blir mellan 50-120 cm hög och växer i södra delarna av Sverige, ofta på stränder (Vegtech u.å.).

Flaskstarr - Carex Rostrata

Flaskstarr tillhör familjen Cyperaceae och har grågröna strån och rännformade blad som blir mellan 25-100cm höga (Krok et al. 2013). Flaskstarr hittas vanligen i kärr och finns i hela Sverige (Krok et al. 2013). Den är relativt tålig för ihållande höjning av vattennivån (Pehrsson 1992). Carex-arter är bra fröproducenter och gynnar fågelliv men den är långsam i tillväxten och blir lätt utkonkurrerad av kraftigväxande arter som bladvass och kaveldun (Pehrsson 1979).

Kranssvalting - Alisma plantago 'aquatica'

Kranssvalting tillhör familjen Alismatáceae, svaltingväxter och är en övervattensväxt med breda, lansettlika blad som sitter samlade i basen. Den har knippen av blommor som sitter i rikt greniga kransställningar och blir mellan 20-100cm hög (Vegtech u.å.). Den växer i hela Sverige utom i fjälltrakterna och hittas oftast i grunt vatten som stränder och diken (Krok et al. 2013).

Sjöfräken - Equisetum fluviatile

Sjöfräken är en gräsliknande övervattensväxt som tillhör familjen Equisetáceae, fräkenväxter. Dess stjälkar är ihåliga och de små bladen sitter i krans (Krok et al. 2013). Stjälken är grov och sällan förgrenad. Trivs i sötvatten och på andra fuktiga ställen (Krok et al. 2013).

Vattenpilört - Persicaria amphibia

Vattenpilört är en flytbladsväxt med rundade blad och ljust röda blommor sittande i ett ax (Krok et al. 2013). Om den växer i vatten bildar den långskaftade kala flytblad men på torr mark får den lätt behåring och kortare bladskaft (Krok et al. 2013). Den blir mellan 20-100cm hög och hittas i södra och mellersta Sverige (Krok et al. 2013).

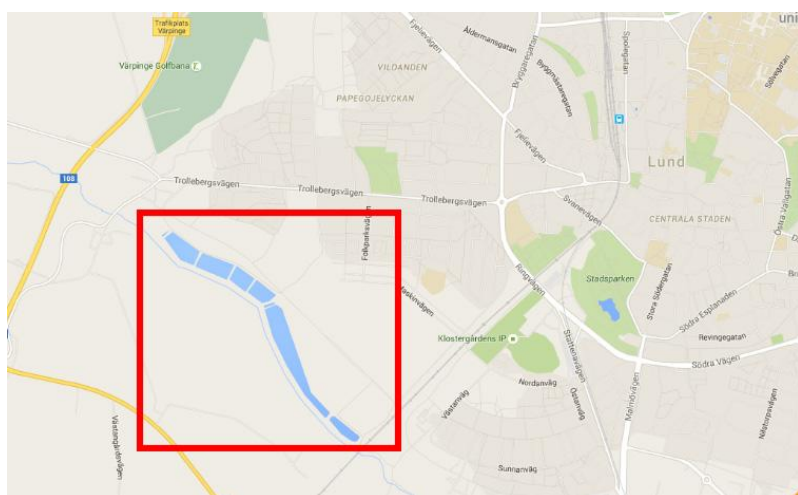
3. KÄLLBYDAMMARNA

Bakgrund

Källbydammarna anlades mellan 1930 och 1933 (VASYD) och är belägna i klimatzon 1 i Värpinge som ligger utanför Lund i Skåne (Se figur 7). De sex seriekopplade dammarna tillhör reningsverket och fungerar som det sista reningsmomentet för vattnet innan det når sin slutstation, Höje å. Syftet med dammarna är att fungera som en sista rening av ammonium, kväve och fosfor. Detta sker genom nitrifikation/denitrifikation och sedimentation av partiklar och biomassa. Dammarna har en yta på ca 110 000 kvm och ett djup på 1 – 1,5 m, vilket varierar med mängden regn. Damm 3 (se figur 8), vilken detta arbetet grundar sig på, har en area på 10 444 kvm. Dammarna är funktionellt byggda, vilket innebär att de har en nästan plan botten och i kanterna sluttar de uppåt och blir grundare. Hälften av vattnet går ut i damm 1 och hälften i damm 3 (se figur 9). Vattnet har därför högre hastighet från damm 3 och fram än i damm 1 och 2. En högre hastighet på vattnet eftersträvas för att förhindra problem med algbildning (Ossiansson 2015).

Hela platsen ligger som nedsänkt med vallar runt om som skyddar mot vind. Bakom vallarna finns åker och Höje å. Ett fåtal höga träd i dungar växer uppe på vallarna men generellt är platsen väldigt öppen och solljus når dammarna utan problem. Precis i kanten av dammarna växer mindre buskage av sälg och pil. Platsen fungerar som reaktionsområde och den grusväg som löper runt dammområdet är ett populärt motionsspår. Det rika fågellivet gör platsen attraktiv för fågelskådare och ett fågeltorn har därför blivit inplacerat.

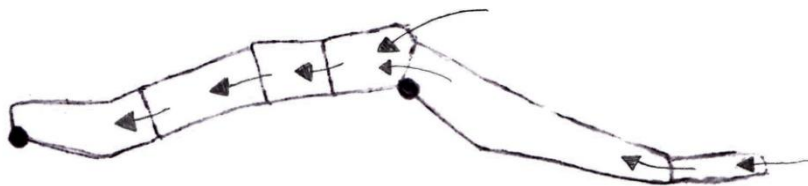
Det kan hända att vattnet flyttas till ett annat reningsverk och att Källby läggs ner. Dammarna kommer då eventuellt användas till dagvattenhantering, alternativt att vatten från Höje å släpps in i dammarna.



Figur 7 Dammarna ligger strax utanför Lund
Bild hämtad från googlemaps.com



Figur 8 Damm 3 ligger som grund till arbetet
Bild hämtad från googlemaps.com



*Figur 9 Pilarna visar vattnets rörelse genom dammarna
Svarta punkter visar utsläpp av vatten till Höje å*

Tidigare skötselåtgärder

- *Dammarna tömdes på sediment under 2008.
- *Hösten 2013 utfördes reduktionsfiske i alla utom två dammar.
- *I slutet av augusti 2014 utfördes reduktionsfiske av de resterande två dammarna.
- *Under vintern 2013 och 2014 rensades dammarna på lite sediment.

Problemet med förekomst av fisk är att fiskarna äter av vattenväxter som binder sedimentet. Sedimentet rörs då upp och fosfor som legat i sedimentet kommer upp i vattnet. Fosfor förvärrar algbloomingen och alger tar upp ytterligare fosfor från botten sedimentet och orsakar utsläpp. Tillslut finns nästan bara alger och fisk kvar i dammen då resterande växtlighet konkurreras ut. Fiskarna äter också plankton som kunde ätit av algerna (VA SYD 2014).

Nuläge

Det finns många värden på platsen idag, ett av dem är öppenheten som ger känsla av trygghet. Öppenheten gör det lättåtkomligt för skörd och detta bör bevaras. Det finns mycket grönska och ett rikt djurliv, de simfåglar som håller till i området är knölsvan, flera olika andarter, smådopping och häckande kärrsångare. Men också Gråhagg, rastande gäss och andra flyttfåglar (Ossiansson 2015). Både friflytande flybladsväxter och viss undervattensvegetation äts och hålls efter av många av fåglarna. Därför bör man behålla och plantera in liknande växter, för att bevara födokällan för fåglarna. Man har tagit ett steg närmre och installerat häckningsöar. De används inte i någon större utsträckning i sitt syfte, men fåglarna använder dem att sitta på.

I dammarna finns idag en ganska bred variation på växtlighet. Växter som hornsärv, andmat, borstnate och trådformiga grönalger växer nästan uteslutande i alla dammarna. Andra förekommande växter är kalmus, jättegröe, rörflen, kaveldun, jättegröe, svalting, krusnate och gul näckros (Pröjts 2015). Även bladvass växer tillsammans med kaveldun runt om i kanterna.

Skötsel idag

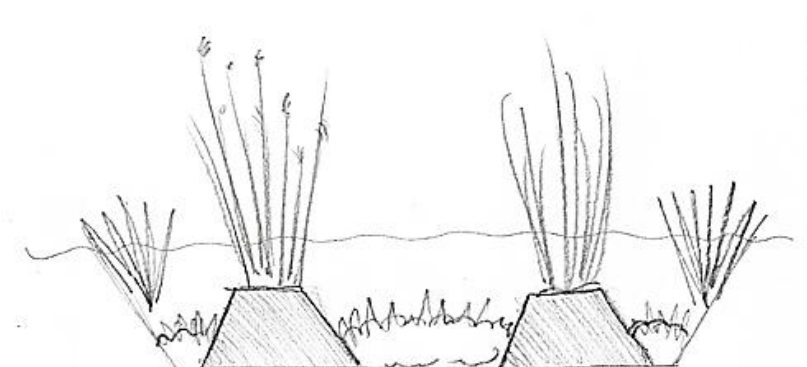
Ännu finns ingen fastlagd skördestrategi över hur mycket eller vilka dammar som ska sköras. Det är först efter problemen med utsläppsvärdena som en skötselplan upprättats men hittills följs den inte. Den skötsel som utförs idag är klippning av växtligheten ungefär en gång per år och utförs av entreprenör. Sedimentet rensas vid behov, vilket är ungefär vart tionde år.

4. FÖRSLAG PÅ ÅTGÄRDER FÖR ÖKAD VATTENRENING

Förslag med undervattensbankar

I förslagen är det förutsatt att undervattensbankarna är anlagda med ett mellanrum på minst 4 meter med hänsyn till skötselmaskinerna. Det förutsätts också att bankarna har en höjd som gör att de pluggplantor som kan komma att planteras inte kommer helt under vattenytan utan ges möjlighet att etablera sig.

I en damm med undervattensbankar är det, enligt Harrström (2005), optimalt att placera vassbildande övervattensväxter uppe på undervattensbankarna och undervattensväxter i utrymmet mellan bankarna (Se figur 10). Fördelen med att plantera på detta sätt är att det ger en varierad växtlighet i form av olika storlekar och både öppen och täckt vattenyta. Undervattensvegetationen kommer gynna bakterier och liv i vattnet samtidigt som övervattensväxterna kommer erbjuda skydd och föda åt djurlivet ovan vattenytan. Flytbladsväxter kan uteslutas helt eftersom de skuggar ut undervegetationen. Som tidigare nämnts hålls friflytande flytbladsväxter efter av olika simfåglar men risken kommer ändå finnas att undervattensvegetationen blir utkonkurrerad.



Figur 10 Maximalt utnyttjat område med undervattensbankar

Låg tillväxthastighet, grunt djup

Undervattensbankar ger möjlighet att plantera in de övervattensväxter som växer på grunt vatten. Fördelen med de växterna är att de inte trivs i det djupare vattnet och därför kommer stanna på bankarna där de är planterade. Det innebär mindre skötsel eftersom det inte behöver hållas efter. Somliga grundväxande arter, såsom Flaskstarr, har relativt låg tillväxthastighet och blir inte så stora, vilket innebär lägre upptagning av näringsämnen. Däremot kan de ha andra värden som att sprida frön som äts av fåglar. Denna typ av växter bidrar med lågfrekvent skötsel men också mindre mängd restprodukt att återvinna. Därför blir det lägre näringsborttag men också lägre kostnader.

Hög tillväxthastighet, grunt djup

Andra växter som växer på grunt vatten men som är kraftigväxande är exempelvis svärdsilja, rörflen, säv och jättegröe. Precis som ovanstående växttyp kommer dessa att hålla sig på bankarna utan någon direkt skötsel. Skillnaden är att

kraftigväxande tar upp mer näring vilket sedan kan tas bort vid skörd. Vilken av växterna som är det bästa valet beror på vilka värden som prioriteras på platsen. Jättegröe, rörflen och säv kan efter skörd återanvändas vid bland annat biogasproduktion och säven sprider rikligt med frön som äts av fåglar. Svärdsiljan har däremot ett mycket högt estetiskt värde och producerar pollen vilket är gynnsamt för bland annat bin och humlor.

Hög tillväxthastighet, djupt vatten

Att istället använda sig av kraftigväxande övervattensväxter såsom bladvass och kaveldun på bankarna medför en risk med att de sprider sig ut från bankarna. För att hålla dem på bankarna krävs mycket tillsyn och skötsel. Alltför frekvent efterhållning av växterna kan dock göra dem mindre motståndskraftiga och därmed finns en risk att de dör bort. Om växterna får sprida sig fritt ut från bankarna så är det oklart hur mycket nytta bankarna gör. Fördelen med dessa växterna är att rotsystemet ofta är väldigt utbrett och kan hjälpa till med att hålla bankarna på plats och förhindra erosion. Restprodukterna kan också återanvändas.

Lämpliga undervattensväxter

Exempel på lämpliga undervattensväxter är grovnate, krusnate och hornsärv. De är alla tre mycket vanliga undervattensväxter som ofta används i reningssyfte. Hornsärv har högt näringsupptag eftersom den har lätt att breda ut sig och bilda täta bestånd.

Övrigt

En annan lösning för att få in ett större antal arter är att ha vegetation i dammkanten, på gräset intill, där det inte är så djupt (se figur 8-12). Det är bra för att hindra människor att ta sig ned till vattnet men också positivt för biodiversiteten och fröspridning. Den enda nackdelen är att det innebär ytterligare en kostnad att etablera. Det kommer inte vara störande, behöver inte klippas ned och är bara fördelaktigt.

Utan undervattensbankar

I ett förslag på växtlighet till en damm utan undervattensbankar innebär att hänsyn måste tas till djupet på 1-1,5m. De växter som kan stå i det djupet är bladvass, undervattensväxter och flytbladsväxter. I dagsläget växer det kaveldun i kanterna, vilket kan betyda att även den klarar djupet trots att teorin hävdar motsatsen.

Kraftigväxande övervattensväxter

Det första enklaste förslaget är att etablera en kraftigväxande övervattensväxt som bladvass i hela dammen (se figur 10). Det kommer innebära möjlighet till högt näringsborttag och ekonomiska fördelar genom återbrukning av skörden. Vid denna typ av vegetation är det viktigt att se till att det finns en genomtänkt skötselplan och att den följs. Rätt mängd bladvass måste skördas per gång så att det blir balans mellan borttag av näring och kvarvarande källa till kol och biotop. Som tidigare nämnt kan fel mängd skörd riskera att utrota beståndet helt. Fördelen med att endast plantera bladvass är att utvecklingen blir förutsägbar. Hade vegetationen varit uppdelad med flera olika arter så skulle det vara osäkert vilken

art som hade konkurrerat ut vilken. I detta fallet är det istället givet att bladvass kommer växa överallt. En sådan typ av vegetation kommer sänka hastigheten på vattenflödet och leda till att mer näring hinner tas upp. Risken att dammen skulle växa igen helt och torrläggas är liten eftersom det är relativt djupt.

En annan fördel med att ha bara övervattensväxter etablerade i hela dammen är att det blir stor mängd restprodukt som kan återanvändas som biogas och gödsel. Nackdelen är att vattenspegeln försvinner, vilket kan upplevas mindre inbjudande än en öppen vattenyta och som Tonderski (2002) nämner, är det bättre att blanda öppen och vegetationstäckt vattenyta. Eftersom läget är som det är, med flera dammar, är det en möjlighet att låta en av dammarna vara helt bevuxen med övervattensvegetation och låta de andra behålla sin vattenspegel och på så vis uppnå samma effekt.

För artrikedomens skull bör man blanda in något annat. Att ha stora sjöar av bladvass och kaveldun kommer antagligen göra att de olika växterna håller varandra i schack så att de inte tar över varandra. I övrigt kommer det fungera likadant som en monokultur av bladvass (Figur 11). Risken kommer ändå finnas att någon etablerar sig sämre och blir utkonkurrerad, kanske på grund av djupet i dammen.



Figur 11 Övervattensväxter etablerade i hela dammen.

Kraftigväxande övervattensväxt med undervattensvegetation

För bakteriefloras skull är ett bra alternativ att plantera in kraftigväxande övervattensväxter som bladvass eller kaveldun i två större partier på kortsidorna och låta resten vara etablerat med undervattensvegetation (se figur 12). Det skulle innebära behov av lite mer frekvent tillsyn och skötsel så att bladvassen inte tar över. Det skulle också bidra med de fördelar undervattensvegetation har, som bra fotosyntes och mycket yta med biofilm och mat till bakterier.



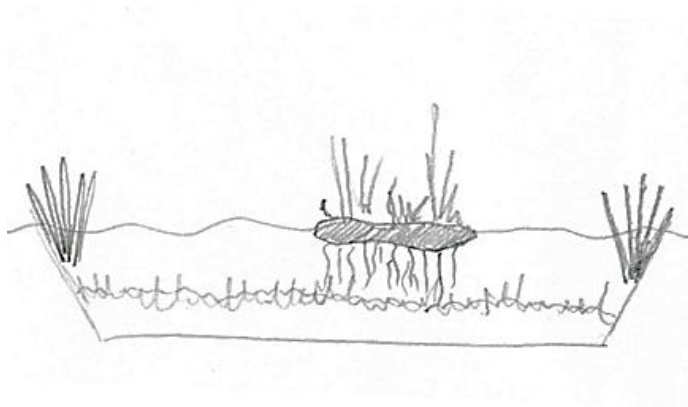
Figur 12 Bladvass i partier med undervattensvegetation mellan.

Undervattensvegetation

Alternativet finns att ha en damm med bara undervattensvegetation. Bestånd som bara innehåller undervattensvegetation gynnar bakteriefloran på botten och har ofta en väl fungerande fotosyntes. Nackdelen är att många undervattensväxter förmultnar helt och bidrar till sedimentbildning. Förmultningsprocessen går också snabbt och växtdelarna hinner försvinna innan vintermånaderna är slut, vilket leder till brist på kol under större delen av vintern. Brist på kol drabbar denitrifikationsprocessen så att den inte blir lika effektiv. Dessutom bidrar undervattensväxterna inte med varken mat eller skydd till fåglar ovan vattenytan. Skörd är en förutsättning för näringsborttag men växtdelarna har inget större värde i återvinning.

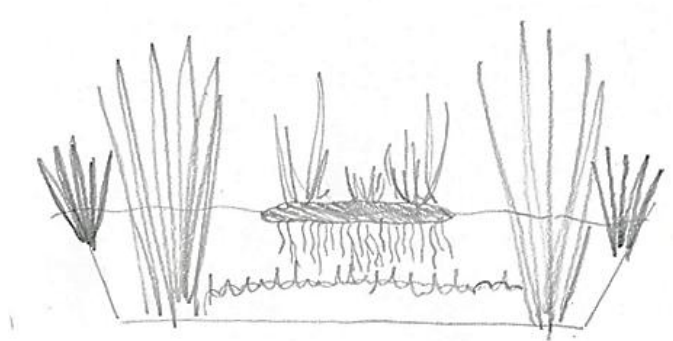
Övrigt

Ett annat alternativ som är värt att ta upp är Vegtechs flytande våtmark (se figur 13). Det är en liten ö som är uppbyggd på återvunnen PET-plast (Vegtech u.å.) som får den att flyta. Undertill hänger rötterna som en gardin där vattnet som flyter igenom silas och sediment, näringsämnen kan reduceras i vattnet som passerat (Nilsson 2015). Den kan användas i kombination med de andra förslagen som har öppen vattenyta. Nackdelar med flytande våtmark är att den kostar i inköp och den kan tänkas vara i vägen när dammen skall skördas på vegetation.



Figur 13 Undervattensvegetation med flytande våtmark

Om Harrströms teori appliceras på en damm utan undervattenbankar kan det se ut såhär. Att en kombination mellan de olika kan tänkas vara det bästa alternativet. En undervattensvegetation med vassruggar och fågelgynnande arter inplanterade i kanterna (Figur 14). Om vassen hålls ute i kanterna kan det bli smidigare att skörda än vid ett exempel där vegetationen växer i mitten av dammen. Tillsammans med denna undervattenvegetation kunde en flytande våtmark kanske effektivisera reningen ytterligare.



Figur 14 Undervattensvegetation med bladvass och flytande våtmark

5. DISKUSSION

För att kunna komma fram till vilket som är det bästa vegetationsalternativet för en plats måste det klargöras vilka aspekter som har högst prioritet. Aspekterna kan vara artrikedom, skötselfrekvens, ekonomi och biotopvärden. I Källby är huvudsyftet reningsfunktionen men på platsen finns också mycket fåglar. Möjlighet till fågelskådning anses vara ett viktigt värde för platsen. Därför är det fördelaktigt att försöka bevara de växtarter som finns på platsen idag så att ingen födokälla till fåglarna försvinner. Återanvändning av restprodukten efter skörd ses som en positiv möjlighet som gärna nyttjas. Estetiskt värde är värt att ta hänsyn till då miljöer som upplevs fina och attraktiva uppskattas av människor och gör att det finns ett allmänintresse att bevara dem.

Det reningseffektivaste förslaget utan undervattensbankar skulle utifrån arbetets litteratur vara att bara plantera in bladvass i hela dammen. Det är då lätt att kontrollera näringsborttaget genom skörd. Att bara plantera in bladvass innebär en risk att hela beståndet dör ut, därför är det lämpligt att blanda ut vassbestånden med kaveldun. Idag växer de båda växterna mixade i kanterna. Det kan bli problem med att plantera dem mixade i hela dammen eftersom det blir större risk att de konkurrerar ut varandra. Att däremot plantera dem i större sjök gör att de med större sannolikhet kan klara av att växa i ett bestånd. Vid val av detta alternativet är det lämpligt att även plantera in rörflen, jättegröe och säv vid kanterna där det är grunt för att bibehålla befintlig artrikedom. Huruvida de olika arterna kommer etablera sig och konkurrera ut varandra kan man veta först efter att man planterat dem. Teoretiskt sett kan kaveldun klara att växa i dammarna tillsammans med bladvass. Påståendet styrks av att det redan idag förekommer både bladvass och kaveldun. Hur än konkurrensen blir så är detta förslaget det mest reningseffektiva eftersom det ger möjlighet till borttag av störst mängd biomassa och därmed störst mängd näringsämnen.

I en damm med undervattensbankar är det reningseffektivaste förslaget att plantera in olika kraftigväxande övervattensväxter på bankarna och låta mellanrummen mellan bankarna fyllas med kraftigväxande undervegetation. Detta förslaget är inte så skötselkrävande och valmöjligheten finns att välja om skörden ska avse övervattensvegetationen eller undervegetationen. Vilka växter man bör plantera beror på antalet bankar, men de bäst lämpade övervattensväxterna enligt litteraturstudien är jättegröe, säv, rörflen och gul svärdsilja. De växer på grunt vatten och är alla kraftigväxande. Jättegröe, säv och rörflen kan dessutom återbrukas efter skörd och gul svärdsilja har till skillnad från de andra också en estetiskt tilltalande blomning som medför pollen och nektar till många insekter. Bland undervattensväxterna är det bästa alternativet hornsärv och olika nateväxter såsom grovnate och krusnate eftersom att de kan breda ut sig kraftigt och det är liknande växter som finns etablerade i dammen idag.

6. SLUTSATS

Syftet med att placera in växter i dammen är att rena vattnet, därför är det den främsta aspekten att ta hänsyn till. För en damm med undervattensbankar bör man plantera in bladvass och kaveldun i stora sjok över hela dammen. I kanterna där det är grunt kan man plantera jättegröe, säv och rörflen. Med tiden kommer man se hur beståndet utvecklas och även om bladvassen tillslut konkurrerar ut kaveldunen så är det fortfarande det bästa alternativet ur reningssynpunkt.

I en damm utan undervattensbankar är det bästa alternativet att på bankarna plantera in de övervattensväxter som trivs på grunt vatten och samtidigt är kraftigväxande. Säv, rörflen, jättegröe och svärdsilja. De kommer inte sprida sig ut från bankarna eftersom att de inte kan växa i det djupet. Undervattensväxter som hornsärv och nateväxterna är kraftiga i tillväxten och tar upp mycket näring och bör därför placeras mellan bankarna som komplement till övervattensväxterna.

KÄLLFÖRTECKNING

Litteratur

- Eriksson, A. (2012). *Konstruerade våtmarker - effektiv näringsupptagare?*. Uppsala Universitet. Institutionen för biologisk grundutbildning.
- Hagberg, A., Krook, J. & Reuterskiöld, D. et al. (u.å). *Åmansboken*. Landskrona: Saxån-Braås vattenvårdskommitté.
- Hammer, D. A. (red) (1991). *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment*. Chelsea: Lewis Publishers, Ink.
- Harrström, J. (2005). *Rimbo våtmark - en förstudie på förväntad kväveavskiljning och lämplig växtlighet*. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för Biometri & Teknik. (Examensarbete)
- Herrmann, J. & Thorén, A. *Biologisk mångfald i Kalmar Dämme 1997-98 - kolonisation av växter, bottenfauna, fiskar och fåglar*. Kalmar: Kalmar högskola. (Rapport 2003:11)
- Hernvall, T. (2015). *Åtgärder för reduktion och tillvaratagande av näringsämnen från dräneringsvatten - en tillämpning i Höje å*. Lunds tekniska högskola: Civilingenjörsutbildningen. (Examensarbete)
- Jansson, M., Leonardson, L. & Henriksson, J. (1991). *Kväverentention och denitrifikation i jordbrukslandskapets rinnande vatten*. Solna: Trycker Balder AB. (Naturvårdsverket Rapport 3901)
- Kadlec, R.H., Wallace, S.D. (2009). *Treatment Wetlands*. 2.ed. Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- Krok, T., Almquist, S., Jonsell, L. & Jonsell, B. (red) (2013). *Svensk flora: Fanerogamer och kärlkryptogamer*. Stockholm: Liber AB.
- Leonardsson, L. (1994). *Våtmarker som kvävefällor - Svenska och internationella erfarenheter*. Stockholm: Naturvårdsverket (Rapport, 4176).
- Nolbrant, P. (2013). *Förslag till riktlinjer för anläggning och skötsel av dagvattendammar i Varberg & Falkenberg - biologisk mångfald*. BioDivers Naturvårdskonsult.
- Pehrsson, O. (1979). *Skötsel av våtmarker för fröproduktion*. Stockholm: Liber tryck (Naturvårdsverket Rapport 1244)
- Pehrsson, O. (1992). *Skötsel av våtmarker som fågelbiotoper*. Stockholm: Gotab (Naturvårdsverket Rapport 4014).
- Persson, J. (2007). *Dammars form*. Borås: Dahlns AB.
- Persson, J. (2004). *The use of design elements in wetlands*. London: IWA Publishing.

Pröjts, J. (2015). *Källby reningsdammar – Biologiska undersökningar 2015*. Landskrona: Ekogloggruppen.

Svensson, R. & Glimskär, A. (1993). *Våtmarkernas värde för flora och fauna*. Stockholm: Gotab (Naturvårdsverket Rapport 4175).

Tonderski, K., Weisner, S., Landin, J. & Oscarsson, H. (red) (2002). *Våtmarksboken - skapande och nyttjande av värdefulla våtmarker*. Västervik: AB CO Ekblad & Co.

Wallsten, M. & Solander, D. (1988). *Vattenväxter och miljön*. Stockholm: Naturvårdsverket (Naturvårdsverket Rapport, 3495)

Webbsidor

Eriksson, M. Världsnaturfonden, WWF. (2010-08-19) *Kraftig algblooming minskar syret och ger döda bottnar i Östersjön.*

Tillgänglig: <http://www.wwf.se/press/pressrum/pressmeddelanden/1298384-kraftig-algblooming-minskar-syret-och-ger-dda-bottnar-i-stersjn> [2015-12-15]

Fohrmark, K. & Alfredsson, C (u.å.). *Cerathophyllum demersum.*

Tillgänglig: <https://www.zoopet.com/vaxter/vaxt.php?NR=22> [2015-12-14]

Google, Googlemaps (2015) [Kartografiskt material].

Tillgänglig: <https://www.google.se/maps/@55.6977267,13.1610637,2190m/data=!3m1!1e3> [2015-12-15]

Google. (2015) [Kartografiskt material].

Tillgänglig: <https://www.google.se/maps/@55.6994364,13.1706098,14.38z> [2015-12-15]

Nationalencyklopedin (u.å.) bladvass.

Tillgänglig: <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/bladvass> [2015-11-12]

VASYD (2013-11-15) *Källby dammarna.*

Tillgänglig: <http://www.vasyd.se/Artiklar/Avlopp/Kallbydammar> [2015-12-17]

VASYD (2014-03-24) *Fiske för ekologisk balans.*

Tillgänglig: <http://www.vasyd.se/Artiklar/Nyheter/Avlopp/Reduktionsfiske-i-Kallby> [2015-12-17]

Veg tech (u.å.) *Flytande våtmark.*

Tillgänglig: <http://www.vegtech.se/vattenmiljoer/flytande-vatmark/> [2015-12-17]

Muntliga Källor

Billqvist, Stefan. VA SYD (2015-12-09)

Hammer, Mårten. Tidigare anställd vid SLU, Alnarp (2015-11-24)

Nilsson, Johan. Vegtech (2015-12-07)

Ossiansson, Elin. Källby reningsverk (2015-12-03)